

PAT-NO: JP02000058357A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000058357 A  
TITLE: MANUFACTURE OF AC CURRENT TRANSFORMER  
PUBN-DATE: February 25, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
IIDA, KATSUJI	N/A
SAKUMA, TAKESHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOYO ELECTRIC MFG CO LTD	N/A

APPL-NO: JP10230144

APPL-DATE: July 31, 1998

INT-CL (IPC): H01F038/28

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a parasitic capacitance component between secondary winding terminals by making a winding method of a secondary winding part winding or bank winding, in an AC current transformer constituted of an iron core using magnetic material and the secondary winding.

SOLUTION: In a secondarily converted simple equivalent circuit of an AC current transformer, a resonance circuit is constituted of the respective reactance components due to exciting inductance 6, secondary leakage inductance 8 and a paracitic capacitance 10 between secondary terminals, and the transmission characteristic becomes the resonance frequency  $fc[=1/2\pi\sqrt{LC_p}]$ , if the secondary leakage inductance value of the inductance 8 is L, and the secondary parasitic capacitance value between terminals of the paracitic capacitance 10 is  $C_p$ . As a result, frequency characteristic of the AC current transformer is improved by reducing the paracitic capacitance  $C_p$  between secondary terminals. The number of layers of

a secondary winding is set as two, and capacitance  $C_e$  between layers of a part winding which is divided into ( $n$ ) is sown by the formula. Accordingly the frequency characteristic of the AC current transformer is markedly improved by reducing the paracitic capacitance  $C_e$  between the secondary terminals.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-58357

(P2000-58357A)

(43)公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 F 38/28

識別記号

F I

テマコト<sup>7</sup>(参考)

H 0 1 F 40/06

5 E 0 8 1

審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全5頁)

(21)出願番号 特願平10-230144

(71)出願人 000003115

東洋電機製造株式会社

東京都中央区京橋2丁目9番2号

(22)出願日 平成10年7月31日 (1998.7.31)

(72)発明者 飯田 克二

神奈川県大和市上草柳338番地1 東洋電  
機製造株式会社技術研究所内

(72)発明者 佐久間 健

神奈川県大和市上草柳338番地1 東洋電  
機製造株式会社技術研究所内

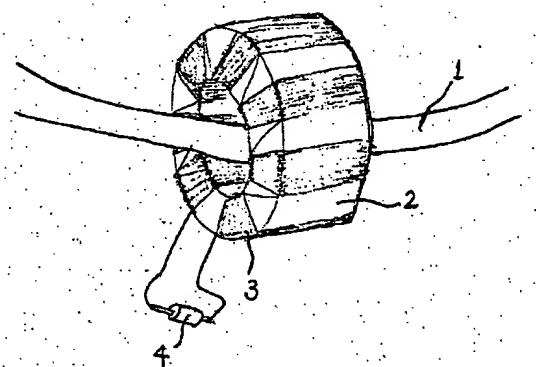
Fターム(参考) 5E081 AA05 AA16 BB03 CC01 DD11

(54)【発明の名称】 交流変流器の製造方法

(57)【要約】

【課題】幅広い周波数帯域の伝送特性を持つ交流変流器を実現でき、且つ少ない部品で構成され、信頼性の高い変流器が実現できることにある。

【解決手段】磁性材を用いた鉄心及び2次巻線から構成される交流変流器において、2次巻線を分割巻きもしくはバンク巻にすることで2次巻線の端子間に寄生する容量成分をできるだけ少なくし、大電流かつ低周波領域から高周波領域までの電流が検出可能なものとする方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 交流電流の検出を行う材質としての磁性材を用いた鉄心及び2次巻線から構成される交流変流器において、鉄心に巻回する2次巻線の巻線方法を分割巻きもしくはバンク巻とすることを特徴とする交流変流器の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、交流電流を検出するための交流変流器、特に巻線方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図5は従来の交流電流を検出する交流変流器の斜視図であり、図5において、例えば、検出もしくは測定すべき電流の流れる電線もしくは導体1・2を、磁性材をもちいた鉄心1・3に1ターンもしくは複数ターン巻きさせた1次巻線と、1次巻線とは別に鉄心に巻かれた2次巻線1・4の巻線比をそれぞれa:bとすれば、1次巻線に流れる電流のa/bの大きさの電流を2次巻線に流すことができる。また、2次巻線の端子間に抵抗1・5を接続することで電圧に変換して、電流の計測や電力変換器などの制御に使用する検出信号等に使用することもできる。とくに、電流が大きい場合は2次巻線の巻数を増やし、変流比をできるだけ小さくするようにして使用してきた。この場合の2次巻線の巻き方は従来重ね巻であった。最近、半導体スイッチング素子の進歩についてスイッチング周波数が高くなってきており、計測においてもまた電力変換器などの制御においても高い周波数成分まで正確に検出でき、さらに大電流までが検出できる高性能な交流変流器が必要となってきた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 前記した如くスイッチング周波数の向上などにより、大電流かつ電流の高周波成分まで検出できる性能が必要となってきたが、従来の交流変流器では電線もしくは導体1・2に流れる高い周波数成分の電流に対し、2次巻線1・4の電流の伝送特性は十分でなく、過渡応答波形を観測してみると高周波の振動などの現象が見られる。この現象の原因の一つは2次巻線1・4の端子間に寄生する容量成分にあり、この寄生容量成分は交流変流器の周波数特性を悪化させる原因の一つになっている。特に、大電流検出する交流変流器では2次巻線1・4の巻数が多く、さらに重ね巻で巻かれていたために2次巻線端子間に寄生する容量成分が極めて大きくなり、高周波領域の周波数特性が著しく悪くなる。

【0004】 また、1次側に流れる電流に対し2次巻線電流もしくは抵抗1・5で電圧に変換された検出信号の位相がずれることがあり、そのため2次端子両端に接続した抵抗1・5により電圧に変換した信号を位相補償などして特性を改善する方法も用いられるが、この場合、位相補償した周波数帯を中心にして使用できる周波数帯域が

制限されるため、低周波から高周波までの幅広い領域にて使用できないことがある。また、交流変流器の回路構成部品が増加するため、交流変流器のコストの増加につながり、さらに回路調整も必要となってくる。本発明は上述した点に鑑みて創案されたもので、その目的とするところは、これらの課題を解決する交流変流器の製造方法を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 つまり、その目的を達成するための手段は、磁性材を用いた鉄心及び2次巻線から構成される交流変流器において、2次巻線を分割巻きもしくはバンク巻にすることで2次巻線の端子間に寄生する容量成分をできるだけ少なくし、大電流かつ低周波領域から高周波領域までの電流が検出可能な交流変流器の製造方法を得ることにある。すなわち、電流の流れる電線もしくは導体を1ターンもしくは複数ターン巻きさせた磁性材を使用した鉄心、分割巻やバンク巻した2次巻線から構成されたものである。

【0006】 その作用は、磁性材のまわりに巻回させる2次巻線において、2次巻線の巻線方法を分割巻もしくはバンク巻にすることにより2次巻線端子間に寄生する容量成分を小さくでき、低周波から高周波までの広い使用周波数帯域が実現できる。また、鉄心及び2次巻線だけで構成されるため、位相補償回路などの調整などの必要がなく簡単かつ信頼性の高い交流変流器が実現できる。以下、本発明の一実施例を図面に基づいて詳述する。

## 【0007】

【発明の実施の形態】 図1は本発明の一実施例を示す要部構成図であり、図1において、1は主電流の流れる電線または導体、2は磁性材から成る鉄心、3は2次巻線、4は抵抗である。これを、さらに図2及び図3を参照して説明する。図2は図1の交流変流器の2次換算した簡易等価回路図を示したものであり、5は2次換算した電流源、6は励磁インダクタンス、7は鉄損抵抗、8は2次もれインダクタンス、9は2次巻線抵抗、10は2次端子間の寄生容量である。また、図3は2次巻線の巻線方法を説明するために示した説明図で、(a)は重ね巻、(b)は分割巻、(c)はバンク巻の説明図であり、3a、3b、3cは2次巻線である。図4は層間分布容量を説明するために示した説明図である。

【0008】 図2において、励磁インダクタンス6、2次もれインダクタンス8、2次端子間の寄生容量10による各リアクタンス成分により共振回路を構成しているのが分かる。商用周波数等の比較的周波数が低い場合には、寄生容量10の成分のインピーダンスが高く伝送特性に大きな影響はない。しかし、高周波領域において励磁インダクタンス6はインピーダンスが充分大きくなるため無視できるが、一方で寄生容量10が伝送特性に悪影響を及ぼし、インダクタンス8と寄生容量10で共振

回路を構成するため、伝送特性はインダクタンス8の2次漏れインダクタンス値をし、寄生容量10の2次端子間寄生容量値を $C_p$ とすれば、共振周波数 $f_c$  ( $= 1 / 2\pi\sqrt{LC_p}$ ) で決定される。そのため、2次端子間寄生容量を極力小さくすることで交流変流器の周波数特性は大きく向上する。

【0009】高周波での2次端子間の寄生容量10は各変流器の形状などで変わるため、簡単な式で表すような解析は困難である。しかし、図2における2次端子間寄生容量10は様々な要因による寄生容量を集中定数として表したものだが、変流器の2次端子間寄生容量は、とくに以下のものが考えられる。

【0010】(1) ターン間容量

(2) 層間容量

(1) は隣り合う巻線間の分布容量で巻線の巻回長と線寸法等から定まる幾何学的容量成分であるが、一般に巻線間の容量は充分小さく無視できる。(2) の層間\*

$$\left(\frac{x}{l}\right) C x dx$$

と表せる。ゆえに、端子P,N間に蓄えられるエネルギーは、端子P,Nに印加される電圧をVとすれば、

$$\frac{1}{2} C_e V^2 = \frac{1}{2} \int_0^l \left(\frac{x}{l}\right)^2 C x dx \quad (2)$$

となり、層間容量容量 $C_e$ は、

$$C_e = \int_0^l \left(\frac{x}{l}\right)^2 C x dx = \frac{1}{3} l C \quad (3)$$

で表せる。(3)式より層間容量 $C_e$ は層の長さに比例することが分かる。また、全層数をm層とすれば隣接する層数は(m-1)個存在する。また、隣接する層間に印加される電圧は、 $2/m$ 倍になることから、層の長さ $l$ 、m層の層間容量 $C_{all}$ は

$$\frac{1}{2} C_{all} V^2 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{m-1} \left\{ \left(\frac{i}{m} l C\right) \left(\frac{2}{m} V\right)^2 \right\} \quad (4)$$

$$C_{all} = \left(\frac{1}{3} l C\right) \left(\frac{2}{m}\right)^2 (m-1) \quad (5)$$

となる。層数が多く $m \gg 1$ ならば、

$$C_{all} \approx \left(\frac{1}{3} l C\right) \left(\frac{4}{m}\right) \quad (6)$$

となる。このように層数に反比例して層間容量が減少することがわかる。

\*容量は2次端子間寄生容量の大半をしめるため、層間容量を重点的に小さくすることで2次端子間寄生容量10を大きく低減できる。例えば2次巻線の巻数が多い場合、巻線を多層にして巻く必要がでてくる。層間容量は、図4に示すように2つの隣接する層間に寄生する容量成分である。以下にて、層間容量について考察するが、この寄生容量成分も巻線の幾何学的要因や電線に用いている絶縁被覆の材質で変化するため、明確な解析は難しい。そこでおおよその傾向を示すものとして図4 10 (a) のように隣接する2つの層から成り立ち、巻線が順序よく配列されているコイルの層間容量 $C_e$ を考えるものとする。巻線の一端から他の層に移る点から測った距離 $x$ のところの微小部分 $dx$ を考えると、層の長さを $l$ とし、単位長さあたりの容量を $C$ とすれば、距離 $x$ における等価容量は次のように示される。

【0011】

【数1】

(1)

※寄生する容量成分が無視できるとすれば、前記(3)式にて求めた層間容量をn分割することで分割した各巻線の層の長さを $1/n$ にできる。この層間容量がn個直列接続されるため、分割巻の層間容量は、次のように示される。

【0012】そこで、図3(b)のように巻線を分割して巻くことによって、分割した各巻線で発生する層間容量は小さくなり、さらに直列に接続したことと等価になるため、寄生する層間容量を大きく低減できる。例えば図4(b)のように層数を2層とし、分割した巻線間に※50

【0013】

\* \* 【数2】

$$C_e = \left( \frac{1}{3} \frac{1}{n} C \right) \frac{1}{n}$$

(7)

【0014】この式より、層間容量は大きく削減できる。また、(5)または(6)式より分かるように、層数を増やすことでさらに層間容量も減少するため、分割数をある程度増やして層の長さをできるだけ短くし、また層数を増やすことで層間に寄生する分布容量を大きく低減できる。つまり、この巻き方を2次巻線に適用することで2次端子間寄生容量10を低減できるため、変流器の伝送特性を大きく向上できる。また、変流比を小さくする必要がある変流器ほど本方法は有効である。一例として分割巻を説明したが、図3(c)のバンク巻も効果的に2次巻線端子間の寄生容量10を軽減できる。なお、図1の構成図ではトロイダルコアを例として使用したが、これに限定されるものではなく、その他の形の鉄心でも本発明の2次巻線の巻線方法は適用できる。

【0015】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、次の効果が得られる。

(イ) 幅広い周波数帯域の伝送特性を持つ交流変流器を実現できる。

(ロ) 少ない部品で構成され、信頼性の高い変流器が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明の実施例を示す説明図である。

【図2】図2は図1の交流変流器の電気的特性を説明する簡易等価回路である。

【図3】図3は図1の2次巻線の巻線方法を示す説明図である。

【図4】図4は巻線に寄生する層間容量に関する説明図である。

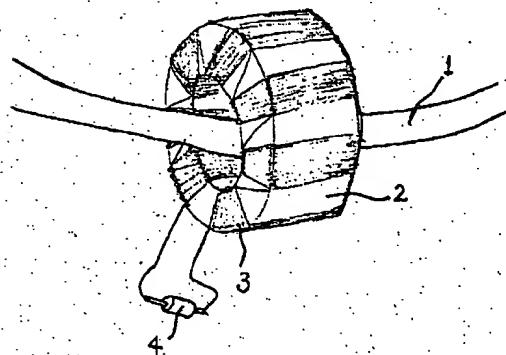
※【図5】図5は従来例を示す説明図である。

【符号の説明】

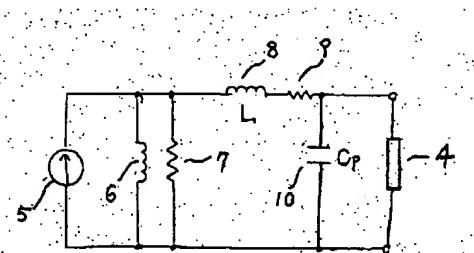
1	電線または導体
2	鉄心
10	2次巻線
3	抵抗
4	電流源
5	励磁インダクタンス
6	鉄損抵抗
7	2次漏れインダクタンス
8	2次巻線抵抗
9	2次端子間寄生容量
10	1次巻線
12	鉄心
13	2次巻線
20	抵抗
14	2次漏れインダクタンス値
15	2次端子間寄生容量値
L	層の長さ
Cp	巻線が他の層に移る点から測った距離
x	微小長さ
dx	層間容量
Ce	端子
P	端子
N	端子
30	巻線の分割数
n	2次巻線
3a	2次巻線
3b	2次巻線
3c	2次巻線

※

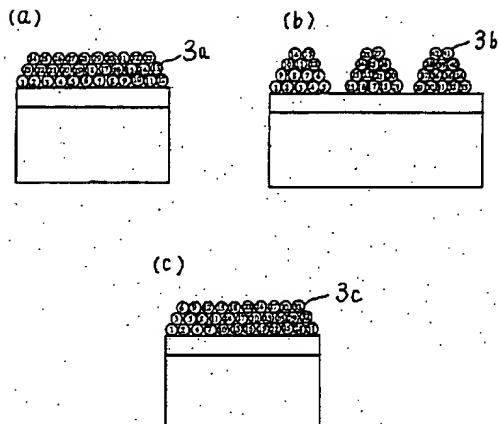
【図1】



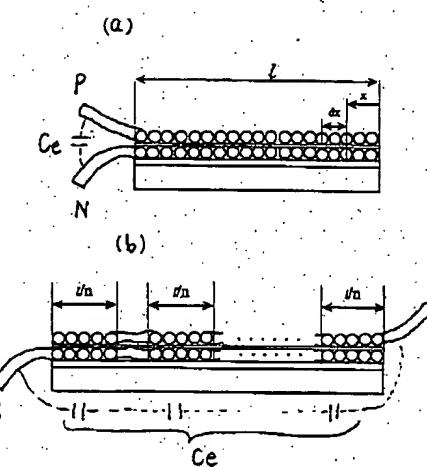
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

